

وزاره التربيــــة و التعليــــم
الإدارة المركزية لتطوير المناهج
ادارة تنميــة مــادة العلـــوم

الكيمياء

العناصر الانتقالية

الصف الثالث الثانوى
2024 / 2023

الباب الأول

لجنة الإعداد
أ/سامح وليم صادق يوسف
أ/ إيمان بالله ابراهيم محمد
أ/ مينا عطية عبد الملك

الإشراف الفنى
مستشار العلوم
د/ عزيزة رجب خليفة

المراجع
أ/ عبد الله عبد الواحد عباس

رئيس الإدارة المركزية لتطوير المناهج
د/ أكرم حسن

تمهيد

- **العدد الذرى:** هو عدد البروتونات الموجبة داخل نواة ذرة العنصر. ويساوى عدد الإلكترونات السالبة التي تدور حول النواة عندما تكون الذرة متعادلة كهربيًا.

- **مبدأ البناء التصاعدى**: تملأ المستويات الفرعية ذات الطاقة الأقل أولًا ثم ذات الطاقة الأعلى.

ترتب المستويات الفرعية تصاعديًا حسب الطاقة كما يلى:

1s

2s → 2p

3s → 3p

4s → 3d → 4p

5s → 4d → 5p

6s → 4f → 5d → 6p

7s → 5f → 6d → 7p

لاحظ أن: الرقم الموجود على يسار المستوى الفرعى يمثل عدد الكم الرئيسى (n) أى رقم مستوى الطاقة الرئيسى الذى ينتمى إليه هذا المستوى الفرعى.

- **قاعدة هوند:** لا يحدث ازدواج لإلكترونين في أوربيتال مستوى فرعى معين إلا بعد أن تشغل أوربيتالاته فرادى أولًا.

- **الأوربيتالات:** كل مستوى فرعى عبارة عن عدد فردى من الأوربيتالات وكل أوربيتال يتسع لعدد 2 إلكترون فقط. والجدول التالى يوضح عدد الأوربيتالات لكل مستوى فرعى وعدد الإلكترونات التي يمكن أن تشغله والحالات الأكثر استقرارًا للذرة:

المستوى الفرعى	عدد الأوربيتالات	عدد الإلكترونات	الحالات الأكثر استقرارًا للذرة		
			فارغ	نصف ممتلئ	تام الامتلاء
s	1	2	[ ]	[↑]	[↑↓]
p	3	6	[ ][ ][ ]	[↑][↑][↑]	[↑↓][↑↓][↑↓]
d	5	10	[ ][ ][ ][ ][ ]	[↑][↑][↑][↑][↑]	[↑↓][↑↓][↑↓][↑↓][↑↓]
f	7	14	[ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ]	[↑][↑][↑][↑][↑][↑][↑]	[↑↓][↑↓][↑↓][↑↓][↑↓][↑↓][↑↓]

التوزيع الإلكترونى: يمكن إجراء التوزيع الإلكترونى بطرق مختلفة

لاحظ أن: عند كتابة التوزيع الإلكترونى لأقرب غاز خامل يتم اختيار أقرب غاز خامل ثم الذى يليه في الدورة كما يلى:sالمستوى الفرعى

الغاز الخامل	$_{86}Rn$	$_{54}Xe$	$_{36}Kr$	$_{18}Ar$	$_{10}Ne$	$_{2}He$
المستوى s الذى يليه	7s	6s	5s	4s	3s	2s

الجدول التالى يوضح طرق التوزيع الإلكترونى المختلفة لذرة عنصر الحديد : ($_{26}Fe$)

تبعًا للمستويات الرئيسية	2-8-14-2
تبعًا لمبدأ البناء التصاعدى	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^6$
تبعًا لأقرب غاز خامل	$[_{18}Ar]\ 4s^2\ 3d^6$
تبعًا لقاعدة هوند	[1⇂] [1⇂	1	1	1	1]

- الجدول الدوري الحديث:

رتبت فيه العناصر تصاعديًا حسب أعدادها الذرية ووفقًا لمبدأ البناء التصاعدى. وبذلك يمكن تقسيم العناصر إلى أربعة مناطق (فئات) فى الجدول الدورى حسب اسم المستوى الفرعى الذي ينتهى به التوزيع الإلكترونى لذرة العنصر.

الفئة (s)
1S
2S
3S
4S
5S
6S
7S

الفئة (f)
4f
5f

الفئة (d)
3d
4d
5d
6d

الفئة (p)
2P
3P
4P
5P
6P
7P

الغازات الخاملة	
هيليوم	$_{2}He$
نيون	$_{10}Ne$
أرجون	$_{18}Ar$
كريبتون	$_{36}Kr$
زينون	$_{54}Xe$
رادون	$_{86}Rn$

توضع أسفل الجدول في جدول خاص حتى لا يتغير شكل الجدول أو يخالف الأساس الذي بنى عليه

وبالتالي يمكن وصف الجدول كما يلي:

تترتب العناصر تصاعديًا حسب العدد الذرى (عدد البروتونات) كل عنصر يزيد عن الذي يسبقه في نفس الدورة ببروتون واحد وإلكترون واحد ويتتابع ملء المستويات الفرعية التي في نفس الدورة حتى تنتهى بالغاز الخامل لنبدأ بعدها دورة جديدة أي ملء مستوى طاقة جديد.

وقد سبق دراسة عناصر الفئتين p, s (العناصر الممثلة) في الصف الثاني وسوف نكتفى في دراستنا هذا العام بالعناصر الانتقالية التي تحتل المنطقة الوسطى من الجدول.

العناصـــر الانتقاليــــة



الدرس الأول: العناصر الانتقالية والأهمية الاقتصادية

الدرس الثانى: التركيب الإلكترونى وحالات التأكسد لعناصر السلسلة الانتقالية الأولى

الدرس الثالث: - الخواص العامة لعناصر السلسلة الانتقالية الأولى

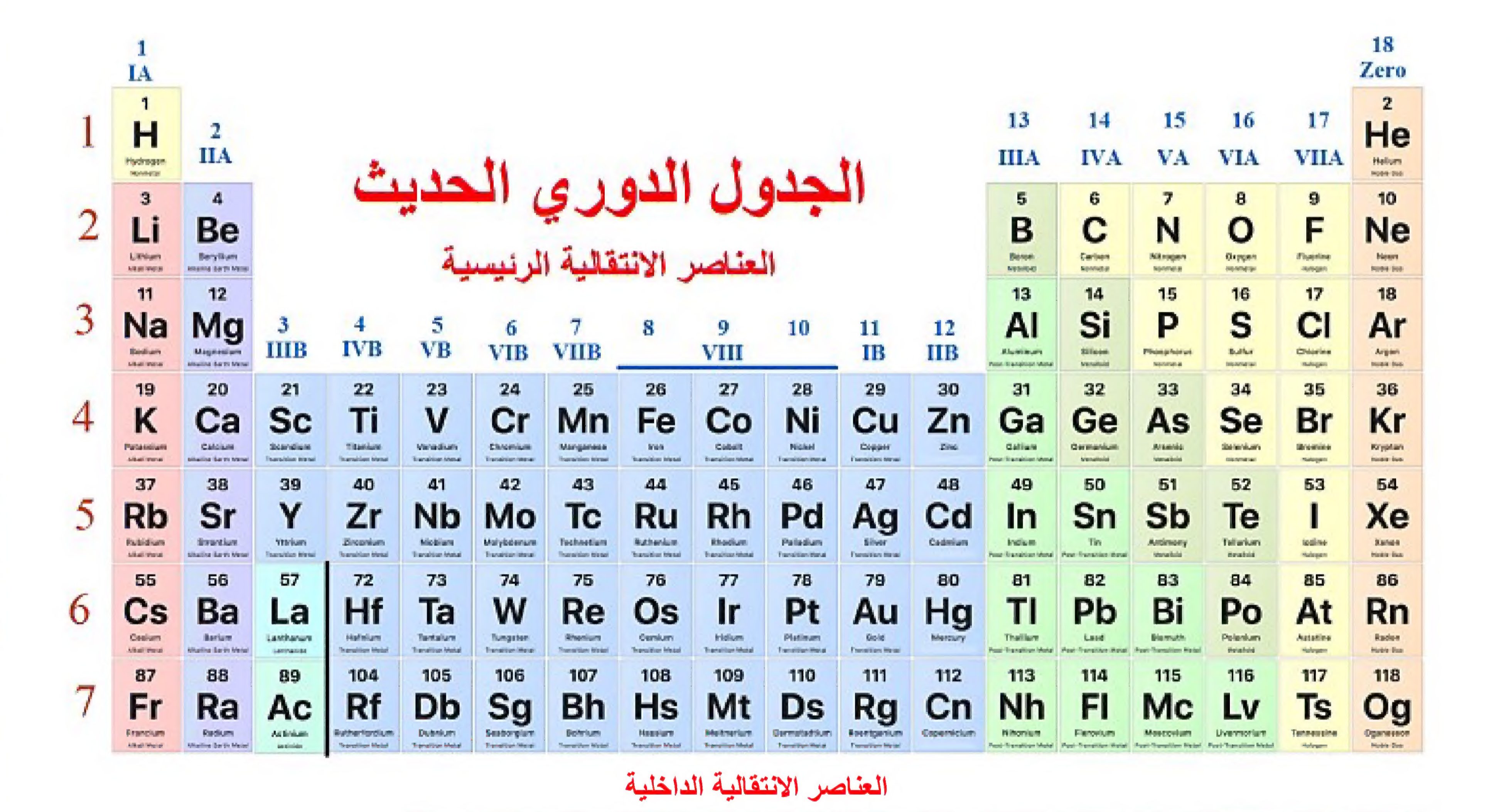
الدرس الرابع: استخلاص الحديد

الدرس الخامس: السبائك

الدرس السادس: خواص الحديد وتفاعلاته

الدرس السابع: أكاسيد الحديد

أسئلة امتحانات الأعوام السابقة


الجدول الدوري الحديث
العناصر الانتقالية الرئيسية
العناصر الانتقالية الداخلية
اللانثانيدات
الأكتينيدات

العناصر الانتقالية الرئيسية:

1- التركيب الإلكترونى لمجموعات

تقسم العناصر فى الجدول الدورى إلى أربعة أنواع هى:
(خاملة – ممثلة – انتقالية رئيسية – انتقالية داخلية)

العناصر الانتقالية: هى عناصر الفئتين f , d وتقع فى منتصف الجدول الدورى وتحتوى على أكثر من 60 عنصر. أى أنها تمثل أكثر من نصف عناصر الجدول. وتنقسم الى:

- عناصر انتقالية رئيسية: وهى عناصر الفئة d
- عناصر انتقالية داخلية: وهى عناصر الفئة f

العناصر الانتقالية الرئيسية (عناصر الفئة d)

تقع بين المجموعتين 3A, 2A تبدأ بالمجموعة 3B وتنتهى بالمجموعة 2B التي لا تعتبر عناصر انتقالية.

- **تشغل العناصر الانتقالية الرئيسية عشرة أعمدة رأسية (فسر)؟؟**

لأنه يتتابع فيها امتلاء المستوى الفرعى d الذى يتشبع بعشرة إلكترونات

IIB	1B	VIII			VIIB	VIB	VB	IVB	IIIB	أرقام المجموعات
(12)	(11)	(10)	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	

ويمكن أيضًا تقسيم العناصر الانتقالية الرئيسية إلى أربعة سلاسل أفقية هي:

وجه المقارنة	السلسلة الانتقالية الأولى	السلسلة الانتقالية الثانية	السلسلة الانتقالية الثالثة	السلسلة الانتقالية الرابعة
التعريف	يتتابع فيها امتلاء المستوى الفرعي 3d	يتتابع فيها امتلاء المستوى الفرعي 4d	يتتابع فيها امتلاء المستوى الفرعي 5d	يتتابع فيها امتلاء المستوى الفرعي 6d
التركيب الإلكتروني	$4s^2, 3d^{1-10}$	$5s^2, 4d^{1-10}$	$6s^2, 5d^{1-10}$	$7s^2, 6d^{1-10}$
الدورة	الرابعة	الخامسة	السادسة	السابعة
العنصر الأول	السكانديوم $({}_{21}Sc)$ $4s^2, 3d^1$	اليتريوم $({}_{39}Y)$ $5s^2, 4d^1$	اللانثانيوم $({}_{57}La)$ $6s^2, 5d^1$	اللأكتينيوم $({}_{89}Ac)$ $7s^2, 6d^1$
العنصر الأخير	الخارصين $({}_{30}Zn)$ $4s^2, 3d^{10}$	الكادميوم $({}_{48}Cd)$ $5s^2, 4d^{10}$	الزئبق $({}_{80}Hg)$ $6s^2, 5d^{10}$	

تختلف المجموعة الثامنة عن باقى مجموعات الجدول (فسر)؟

1 - التشابه بين عناصرها الأفقية أكثر من التشابه بين عناصرها الرأسية

2 - تتكون المجموعة الثامنة من ثلاثة أعمدة هي 8, 9, 10

3 - غير مميزة بالحرف B

تدريب

1- اكتب التركيب الالكترونى للعمود قبل الأخير فى عناصر الفئة d

2- بالرغم من وجود عشر أعمدة فى عناصر الفئة d إلا أن بها ثمانى مجموعات فقط (فسر)

3- حدد نوع العناصر التى لها التوزيع الإلكترونى التالى:

$[Ar]: 4s^2, 3d^2$

$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^8$

لاحظ أن:

1- التركيب الإلكترونى العام للعناصر الانتقالية الرئيسية $ns^{1-2}, (n-1)\ d^{1-10}$

2- رقم الدورة يُحدد من عدد الكم الرئيسى = آخر S = n

3- عدد الكم الذى يسبق المستوى الفرعى d = n-1

4- رتبة السلسلة تُحدد من العلاقة n-3

تدريب ذاتى: اختر الإجابة الصحيحة

1- أكثر نصف عناصر الجدول الدوري تقع..................

أ- منتصف الجدول الدوري ب- أسفل الجدول الدوري

ج- يمين الجدول الدوري د- منتصف وأسفل الجدول الدوري

2- العناصر الانتقالية الرئيسية تقع بين ....

أ- المجموعة 2A, 3A

ب- المجموعة 2B, 3B

ج- المجموعة 2A, 3B

د – المجموعة 2B, 3A

2- الأهمية الاقتصادية لعناصر السلسلة الانتقالية الأولى:

الجدول التالى يوضح عناصر السلسلة الانتقالية الأولى والنسب الوزنية لوجودها في القشرة الأرضية:

العنصر	سكانديوم	تيتانيوم	فانديوم	كروم	منجنيز	حديد	كوبلت	نيكل	نحاس	خارصين
الرمز	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
الوزن %	0.0026	0.66	0.02	0.014	0.11	5.1	0.003	0.0089	0.0068	0.0078

عناصر السلسلة الانتقالية الأولى مجتمعة تمثل 7% من وزن القشرة الأرضية ولكنها تتميز بأهميتها الاقتصادية الكبيرة جدا وفيما يلى خصائص واستخدامات عناصر السلسلة الانتقالية الأولى:

1 - السكانديوم $_{21}Sc$



خواصه: يوجد بكميات صغيرة جدا وموزعة على نطاق واسع فى القشرة الارضية

استخداماته

1 - يضاف إلى مصابيح أبخرة الزئبق التي تستخدم فى التصوير التليفزيونى ليلا (علل)؟ لإنتاج ضوء عالى الكفاءة يشبه ضوء الشمس



2 - يضاف للألومنيوم بنسب ضئيلة لتكوين سبائك تستخدم فى صناعة طائرات الميج المقاتلة (علل) ؟ لأنها تتميز بخفتها وشدة صلابتها.

2 – التيتانيوم $_{22}Ti$



خواصه: عنصر شديد الصلابه كالصلب ولكنه أقل منه كثافه

استخداماته:

1- يكون مع الألومنيوم سبائك تستخدم فى صناعة الطائرات والمركبات الفضائية (علل).

لأنه يحافظ على متانته فى درجات الحرارة المرتفعة فى الوقت الذى تنخفض فيه متانة الألومنيوم.

2- يستخدم فى عملية زراعة الأسنان والمفاصل الصناعية (استخدام طبى) (علل)

لأن الجسم لا يلفظه ولا يسبب أى نوع من التسمم.

مركباته:

ثانى أكسيد التيتانيوم TiO_2

يدخل فى تركيب مستحضرات التجميل التى تحمى من أشعة الشمس (علل)

لأن دقائقه النانوية تمنع وصول الأشعة فوق البنفسجية إلى الجلد.

3- الفناديـــــوم $_{23}V$



خواصه واستخداماته:

تضاف نسبة ضئيلة منه إلى الصلب لتكوين سبيكة تستخدم فى صناعة زنبركات السيارات (علل)

لأنها تمتاز بقساوة عالية وقدرة كبيرة على مقاومة التآكل.

مركباته:

خامس أكسيد الفاناديوم V_2O_5



استخداماته:

1- صبغة فى صناعة السيراميك والزجاج
2- عامل حفاز فى صناعة المغناطيسات فائقة التوصيل
3- عامل حفاز فى تحضير حمض الكبريتيك فى الصناعة بطريقة التلامس.
4- عامل حفاز تحضير حمض البنزويك من أكسدة الطولوين في الهواء الجوي

تدرب

1- النسبة بين صلابة $\frac{\text{تيتانيوم}}{\text{صلب}}$ .... (أكبر من/ أصغر من / تساوى) الواحد

2- ما الدليل على أن مصابيح الزئبق تعطى ضوء عالى الكفاءة

3- ما الدليل على أن التيتانيوم لا يسبب أى نوع من التسمم؟

4- أيا مما يأتى قد يكون صحيحًا عند ترتيب العناصر حسب وفرتها؟

(أ) حديد > سكانديوم > منجنيز (ب) حديد > كوبلت > سكانديوم

4- الكروم $_{24}Cr$

طبقة من الاكسيد
حجم جزيئاتها اكبر من حجم ذرات الفلز وغير مساميه
ذرات الفلز المعزولة عن الهواء

خواصـــــه

عنصر على درجة عالية من النشاط الكيميائى لكنه

يقاوم فعل العوامل الجوية علل؟

لأنه يكون طبقة غير مسامية من الأكسيد (طبقة من الصدأ المرغوب فيه) على سطحه يكون حجم جزيئاته أكبر من حجم ذرات العنصر نفسه مما يمنع استمرار تفاعل الكروم مع أكسجين الجو (الخمول)

استخداماته:

1- طلاء المعادن 2- دباغة الجلود

مركباته:

1- أكسيد الكروم Cr_2O_3 يستخدم فى صناعة الأصباغ

2- ثانى كرومات البوتاسيوم $K_2Cr_2O_7$ مادة مؤكسدة

5 – المنجنيز $_{25}Mn$

خواصه:

لا يستخدم فى حالته النقية وإنما يستخدم فى صورة سبائك أو مركبات (علل)

لأنه عنصر شديد الهشاشة (سريع التقصف)

استخداماته:

1- سبائك الحديد مع المنجنيز تستخدم فى صناعة خطوط السكك الحديدية علل
لانها أصلب من الصلب.

2- سبائك الألومنيوم والمنجنيز تستخدم فى صناعة عبوات المشروبات الغازية (Cans) علل
لمقاومتها للتآكل.

مركباته

ثانى أكسيد المنجنيز MnO_2

1- يستخدم كعامل مؤكسد قوى فى صناعة العمود الجاف

2- يستخدم كعامل حفاز فى تفاعل انحلال فوق أكسيد الهيدروجين (ماء الأكسجين) لإنتاج الأكسجين

برمنجنات البوتاسيوم $KMnO_4$: مادة مؤكسدة ومطهرة

كبريتات المنجنيز II $MnSO_4$: مبيد للفطريات

6 – الحديد $_{26}Fe$

خواصه: لا يستخدم فى صورته النقية وانما يستخدم فى صورة سبائك أو مركبات علل

لأن الحديد النقى لين نسبيا

استخداماته:

1. يستخدم فى الخرسانات المسلحة (مجال التشييد والهندسة)
2. أبراج الكهرباء والسكاكين (استخدام منزلى)
3. مواسير البنادق والمدافع (المجال الحربى)
4. الأدوات الجراحية (المجال الطبى)
5. يستخدم كعامل حفاز فى صناعة النشادر بطريقة هابر بوش
6. يستخدم كعامل حفاز فى تحويل الغاز المائى ($CO+H_2$) إلى وقود بطريقة (فيشر- تروبش)

الغاز المائى: خليط من غازى أول اكسيد الكربون والهيدروجين.

إستخدامات الغاز المائى:

- انتاج وقود سائل.
- عامل مختزل في فرن مدركس (فى اختزال خام الحديد لإنتاج الحديد)

تدريب

أكمل ما يلى:

1- مركب للمنجنيز يستخدم كعامل مؤكسد ....

2- أكسيد للمنجنيز يستخدم كعامل مؤكسد ....

3- مادة (مركب للمنجنيز) يستخدم كعامل مؤكسد ....

4- ثلاث مواد (عوامل) مؤكسده .... و .... و ....

5- ثلاث عوامل حفازة .... و .... و ....

7 – الكوبلت $_{27}Co$



خواصه: يشبه الحديد فى أن كلاهما قابل للتمغنط

استخداماته:

1- يستخدم مع الحديد فى صناعة المغناطيسات علل؟ لأنه قابل للتمغنط

2- يستخدما فى صناعة البطاريات الجافة فى السيارات الحديثة

مركباته:

له اثنا عشر نظيرا مشعا أهمها الكوبلت 60 حيث تمتاز أشعة جاما الصادرة عنه بقدرة عالية على النفاذ لذا يستخدم في:

1- حفظ المواد الغذائية

2- التأكد من جودة المنتجات بالكشف عن مواقع الشقوق ولحام الوصلات

3- الكشف عن الاورام الخبيثة وعلاجها

8 – النيكل $_{28}Ni$



استخداماته:

1 - يستخدم فى صناعة بطارية نيكل - كادميوم القابلة لإعادة الشحن

2 - سبائك النيكل مع الصلب تتميز بالصلابة ومقاومتها للصدأ ومقاومة الأحماض

3 - سبائك النيكل – كروم تستخدم فى ملفات التسخين والأفران الكهربية علل؟
لأنها تقاوم التآكل وهى مسخنة لدرجة الاحمرار.

4 - يستخدم فى طلاء المعادن علل؟
لحمايتها من الأكسدة والتآكل ويعطيها شكلا أفضل

5 - يستخدم النيكل المجزأ عامل حفاز فى هدرجة الزيوت النباتية



9 – النحاس $_{29}Cu$



خواصه:

يعتبر أول فلز عرفه الإنسان

تعرف سبيكة النحاس مع القصدير بالبرونز

وتعرف سبيكة النحاس مع الخارصين بالنحاس الاصفر

استخداماته:

1- يستخدم النحاس فى صناعة الكابلات الكهربائية علل

لأنه موصل جيد للكهرباء.

2- يستخدم فى صناعة سبائك العملات المعدنية علل؟

لأنه محدود النشاط.

مركباته:

- كبريتات النحاس $CuSO_4$ تستخدم فى:
  - عملية تنقية الشرب لأنها مبيد للفطريات
  - يستخدم كمبيد حشرى
  - محلول فهلنج (أحد مركبات النحاس). يستخدم فى الكشف عن سكر الجلوكوز علل؟ حيث يتغير لونه من الازرق الى البرتقالى

س: كيف يمكنك الكشف عن سكر الجلوكوز؟

التجربة	المشاهدة	الاستنتاج
إضافة قطرات من محلول فهلنج الى المركب المجهول	يتحول لون محلول فهلنج من اللون الأزرق الى اللون البرتقالى	المركب هو سكر الجلوكوز

10 – الخارصين $_{30}Zn$

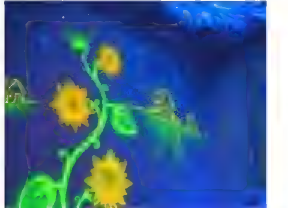
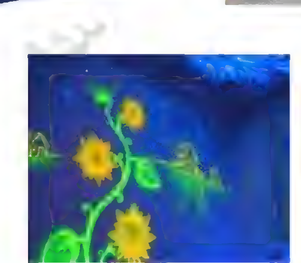
استخداماته:

يستخدم فى جلفنة الفلزات علل؟ لحمايتها من الصدأ

مركباته

1- أكسيد الخارصين ZnO: فى صناعة الدهانات – المطاط – مستحضرات التجميل

2- كبريتيد الخارصين ZnS: يستخدم فى صناعة الطلاءات المضيئة - شاشات الأشعة السينية

ما معنى جلفنة الفلز؟ غمس الفلز فى الخارصين المنصهر



تدريب

الشكل	المادة المستخدمة	الشكل	المادة المستخدمة

2- التوزيع الإلكترونى وحالات التأكسد لعناصر السلسلة الانتقالية الأولى

العنصر	المجموعة	التركيب الإلكتروني	حالات التأكسد والشائعة منها	أقصى حالة تأكسد
$_{21}Sc$	IIIB	$[Ar]\ 4s^2, 3d^1$	③	3+
$_{22}Ti$	IVB	$[Ar]\ 4s^2, 3d^2$	2 , 3 , ④	4+
$_{23}V$	VB	$[Ar]\ 4s^2, 3d^3$	2 , 3 , 4 , ⑤	5+
$_{24}Cr$	VIB	$[Ar]\ 4s^1, 3d^5$	2 , ③ , 6	6+
$_{25}Mn$	VIIB	$[Ar]\ 4s^2, 3d^5$	2 , 3 , ④, 6 , 7	7+
$_{26}Fe$	VIII	$[Ar]\ 4s^2, 3d^6$	2 , ③ , 6	6+
$_{27}Co$	VIII	$[Ar]\ 4s , 3d^7$	②, 3 , 4	4+
$_{28}Ni$	VIII	$[Ar]\ 4s^2, 3d^8$	②, 3 , 4	4+
$_{29}Cu$	IB	$[Ar]\ 4s^1, 3d^{10}$	1 , ②	2+
$_{30}Zn$	IIB	$[Ar]\ 4s^2, 3d^{10}$	②	2+

ملاحظات على الجدول:

- ❖ حالات التأكسد المظللة بالدائرة الحمراء هي الاكثر شيوعاً لهذه العناصر.
- ❖ عنصر النحاس الوحيد الذي يعطي حالة تأكسد 1+
- ❖ أكبر حالة تأكسد توجد في عنصر المنجنيز = 7+
- ❖ أكبر حالة تأكسد شائعة 5+ لعنصر الفناديوم

تقع عناصر السلسلة الانتقالية الأولى بعد الكالسيوم ($_{20}Ca$) في الدورة الرابعة وتركيبه الإلكتروني $[_{18}Ar]\ 4s^2$ حيث يتتابع فيها امتلاء أوربيتالات المستوى الفرعي (3d) الخمسة بالإلكترونات المفردة حتى نصل إلى المنجنيز ($3d^5$) ثم يحدث ازدواج في الإلكترونات حتى نصل إلى الخارصين (الزنك) ($3d^{10}$) ☺☺☺☺ ((تذكر قاعدة هوند)) ☺☺☺☺

علل: يشذ التركيب المتوقع لكل من

(أ) الكروم ($_{24}Cr$) يكون: $[Ar]3d^54s^1$

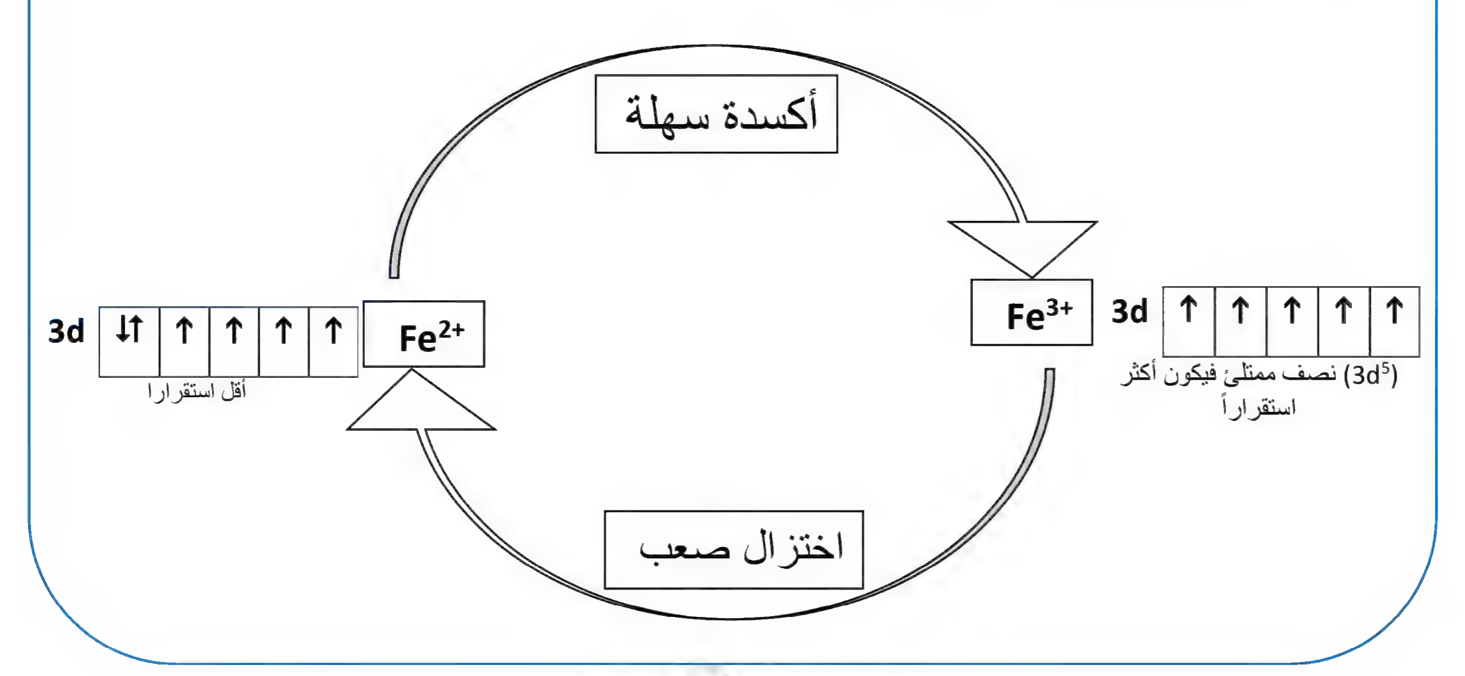
(ب) النحاس ($_{29}Cu$) يكون: $[Ar]3d^{10}4s^1$

	التوزيع المفترض	التوزيع الفعلي
(أ) الكروم ($_{24}Cr$) يكون :	$[Ar]3d^4,4s^2$	$[Ar]3d^5,4s^1$
(ب) النحاس ($_{29}Cu$) يكون :	$[Ar]3d^9,4s^2$	$[Ar]3d^{10},4s^1$

بسبب تقارب المستويين (4s) و (3d) في الطاقة فينتقل إلكترون واحد من (4s) إلى (3d) حتى يكون (3d) نصف ممتلئ كما في الكروم أو تام الامتلاء كما في النحاس ويكون (s) نصف ممتلئ وبذلك تكون الذرة أكثر استقراراً

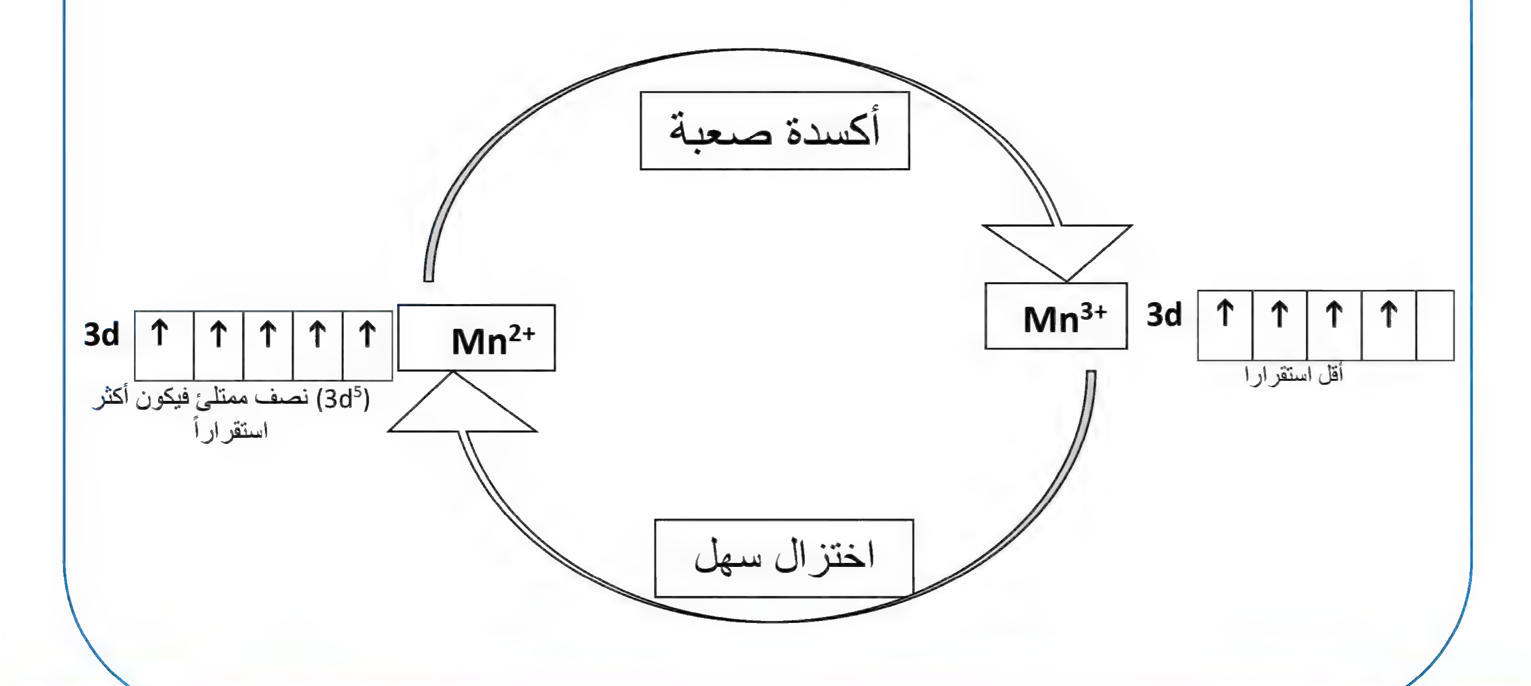
علل: يسهل أكسدة Fe^{2+} إلى Fe^{3+}؟

لأنه يتحول من الأقل استقرار الى الأكثر استقرار حيث يكون المستوى الفرعي d نصف مكتمل في حالة Fe^{3+} وهذا يجعل الذرة أكثر استقرار.



علل: يصعب أكسدة Mn^{2+} إلى Mn^{3+}؟؟

لأنه يتحول من الأكثر استقرار حيث يكون المستوى الفرعي d نصف مكتمل إلى الأقل استقرار.



- عند ترك محلول الحديد II في الهواء لفترة طويلة يتحول من اللون الأخضر إلى اللون الأصفر بسبب تأكسده وتحوله إلى أكسيد حديد III
- عند تعرض محلول المنجنيز III لغاز الهيدروجين يتحول إلى محلول المنجنيز II بسبب اختزاله

علل: تتميز عناصر السلسلة الانتقالية الأولي بتعدد حالات تأكسدها؟ (أو يذكر أي عنصر من السلسلة)؟
لأن الإلكترونات المفقودة عند تأكسد العنصر تخرج من المستوى الفرعي (4s) أولاً ثم المستوى الفرعي القريب منه في الطاقة (3d) بالتتابع.

علل: تعطي غالبية عناصر السلسلة الانتقالية الأولي حالة التأكسد +2؟
بسبب خروج إلكترونين من المستوي الفرعي 4s

- لاحظ: في الفلزات الممثلة مثل الصوديوم والماغنسيوم والألومنيوم نجد أن الزيادة في جهد التأين الثاني في حالة الصوديوم والثالث في حالة الماغنسيوم والرابع في حالة الألومنيوم كبيرة جداً لأنه يتسبب في كسر مستوى طاقة مكتمل.

علل: لا يمكن الحصول على Na^{+2}, Mg^{+3} , Al^{+4} بالتفاعل الكيميائي العادي؟
لأن الزيادة في جهد التأين الثاني في حالة الصوديوم والثالث في حالة الماغنسيوم والرابع في حالة الألومنيوم كبيرة جدا لأنه يتسبب في كسر مستوى طاقة مكتمل.

- تعطى جميع عناصر السلسلة الانتقالية الأولى حالة التأكسد (+2)وذلك بفقد إلكتروني المستوى الفرعى (4s) أولاً وفى حالات التأكسد الأعلى تفقد الإلكترونات من المستوى الفرعي (3d).
- تعطى أقصى حالات التأكسد عندما تفقد الذرة جميع إلكترونات المستويين s , d. مثل: Mn^{7+}, V^{5+}, Ti^{4+}
- تزداد حالات التأكسد حتى تصل أقصاها (+7) في حالة المنجنيز ثم تقل حتى تصل إلى (+2) في الخارصين
- عدد التأكسد لأي عنصر لا يتعدى رقم مجموعته ويشذ عن ذلك المجموعة (IB) وتشمل عناصر العملة وهي النحاس والفضة والذهب حيث تعطى حالة تأكسد (+2 أو +3).

علل: تراجع عدد حالات التأكسد بعد عنصر المنجنيز؟؟
بسبب صغر نصف قطر الذرة وبالتالي ارتفاع جهد تأينها وصعوبة فقد الالكترونات

علل: يصعب الحصول على أيون سكانديوم Sc^{4+}؟؟
لأن ذلك يتسبب في كسر مستوى طاقة مكتمل

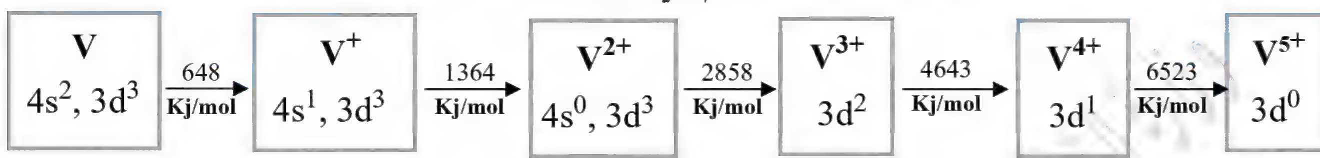
علل: السكانديوم الوحيد الذي يعطى حالة تأكسد +3 مباشرة؟؟
لأن في هذه الحالة يكون ($3d^0$) فارغاً تماماً من الإلكترونات وتكون الذرة أكثر ثباتاً.

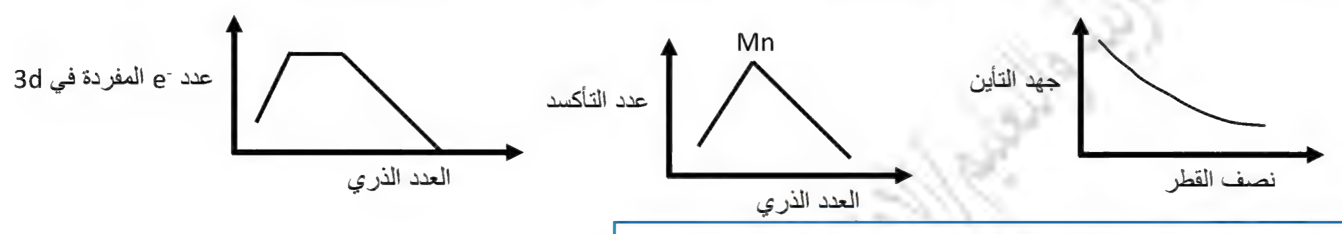
الفلزات الممثلة غالباً ما يكون لها حالة تأكسد واحدة على عكس العناصر الانتقالية

علل: طاقة التأين للعنصر الانتقالي تزداد بتدرج واضح؟؟

بسبب خروج الالكترونات من المستوي الفرعي 4S ثم 3d القريب منه في الطاقة بالتتابع مما يؤدي إلي زيادة الشحنة الفعالة للنواة وبالتالي زيادة قوة جذب النواة للإلكترونات فتزداد طاقة التأين

جهود تأين الفناديوم في حالات التأكسد المتتالية له





يزداد جهد التأين الأول تدريجياً من اليسار لليمين

العنصر الانتقالي: **هو العنصر الذي تكون فيه أوربيتالات (d^{1-9}) أو (f^{1-13}) مشغولة ولكنها غير تامة الامتلاء سواء في الحالة الذرية أو في أي حالة من حالات تأكسده**

علل: تعتبر عناصر العملة (النحاس والفضة والذهب) عناصر انتقالية (IB)؟؟

الذهب [$_{79}$Au]	الفضة [$_{47}$Ag]	النحاس [$_{29}$Cu]
[$_{54}$X] $4f^{14}, 5d^{10}, 6s^1$	[$_{36}$Kr] $4d^{10}, 5s^1$	[$_{18}$Ar] $3d^{10}, 4s^1$

تعتبر عناصر انتقالية لأن المستوى الفرعي (d) للعناصر الثلاثة ممتلئ بالإلكترونات في الحالة الذرية ولكن عندما تكون في حالة التأكسد (+2) أو (+3) يكون المستوى الفرعي (d) غير ممتلئ (d^9) , (d^8) لذا فهي عناصر انتقالية.

علل: لا تعتبر عناصر الخارصين والكادميوم والزئبق عناصر انتقالية؟؟

علل: لا تعتبر عناصر المجموعة (IIB) عناصر انتقالية؟؟

لا تعتبر عناصر انتقالية لأن المستوى الفرعي (d^{10}) تام الامتلاء سواء في الحالة الذرية أو حتى في حالة التأكسد الوحيدة +2.

عنصر انتقالي له حالة تأكسد واحدة (السكانديوم).

عنصر غير انتقالي له حالة تأكسد واحدة (الخارصين).

عنصر يعطي حالة تأكسد أكبر من مجموعته (النحاس).

عناصر لا تعطي حالة تأكسد تدل على خروج جميع الإلكترونات (المجموعة الثامنة).

أكبر حالة تأكسد توجد في عنصر المنجنيز +7

3- الخواص العامة لعناصر السلسلة الانتقالية الأولى

الجدول التالى يوضح بعض خواص عناصر السلسلة الانتقالية الأولى (للاطلاع فقط)

العنصر	الكتلة الذرية	نصف القطر بوحدة A°	الكثافة g/cm^3	درجة الانصهار	درجة الغليان
$_{21}Sc$	45	1.44	3.1	1397	3900
$_{22}Ti$	47.9	1.32	4.42	1680	3130
$_{23}V$	51	1.22	6.07	1710	3530
$_{24}Cr$	52	1.17	7.19	1890	2480
$_{25}Mn$	54.9	1.17	7.21	1247	2087
$_{26}Fe$	55.9	1.16	7.87	1528	2800
$_{27}Co$	58.9	1.16	8.70	1490	3520
$_{28}Ni$	57.7	1.15	8.90	1492	2800
$_{29}Cu$	63.5	1.17	8.92	1083	2582

- أصغر العناصر كتلة السكانديوم وأكبرها النحاس
- أصغر العناصر حجماً النيكل وأكبرها حجماً السكانديوم
- أصغر العناصر كثافة السكانديوم = $3.1\ g/cm^3$ وأكبرها كثافة النحاس
- أقل العناصر في درجة الانصهار النحاس وأكبرها الكروم
- أقل العناصر درجة غليان المنجنيز وأكبرها السكانديوم

أولاً: الكتلة الذرية

تزداد تدريجيا بزيادة العدد الذرى.

علل: يشذ النيكل في التدرج في الكتلة الذرية عن باقي عناصر السلسلة الانتقالية ؟.

يرجع ذلك لوجود خمسة نظائر مستقرة للنيكل المتوسط الحسابي لها 58.7 u أقل من الكوبلت

✓ الكتلة الذرية لأثقل نظائر النيكل أكبر من 58.7 u



ثانيا: نصف القطر

يلاحظ أن أنصاف الأقطار الذرية لعناصر السلسلة الانتقالية الرئيسية الأولى تتميز بما يلى:

- لا تتغير كثيراً عند الانتقال عبر السلسلة.
- الثبات النسبي لنصف القطر من الكروم إلى النحاس.

علل: الثبات النسبي لنصف القطر من الكروم الى النحاس في عناصر السلسلة الانتقالية الاولى؟؟

علل: النقص في الحجم الذري لعناصر السلسلة الانتقالية الأولى لا يكون كبيراً؟

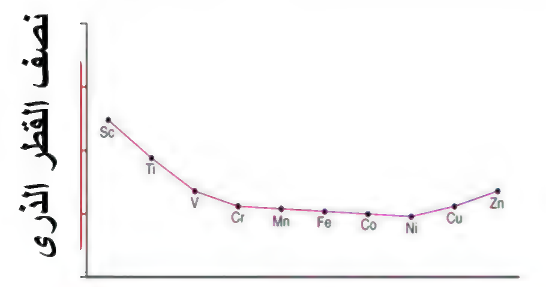
يرجع ذلك الى عاملين متعاكسين هما:

- **العامل الأول:** بزيادة العدد الذرى تزداد الشحنة الفعالة للنواة فيزداد قوة جذب النواة للإلكترونات مما يعمل على نقص نصف القطر.
- **العامل الثاني:** بزيادة العدد الذرى يزداد عدد إلكترونات المستوى الفرعي (3d) فتزداد قوى التنافر بينها مما يعمل على زيادة نصف القطر.

علل: استخدام عناصر السلسلة الانتقالية الأولى في صناعة السبائك الاستبدالية؟؟

بسبب الثبات النسبي في أنصاف أقطارها

- **عند زيادة العدد الذري يقل نصف القطر ويصعب تأكسد العنصر بسبب زيادة الشحنة الفعالة للنواة**



تدرج نصف قطر عناصر السلسلة الانتقالية الأولى

ثالثا: الخاصية الفلزية

علل: عناصر السلسلة الانتقالية الأولى تعتبر فلزات نموذجية؟؟

لأنها تتميز بما يلي:

- **جميعها فلزات صلبة تمتاز باللمعان والبريق وجودة التوصيل الحرارى والكهربى.**
- **لها درجات انصهار وغليان مرتفعة.**
- **معظمها فلزات ذات كثافة عالية.**
- **متباينة في النشاط الكيميائي فالنحاس فلز محدود النشاط -- وبعضها متوسط النشاط مثل الحديد الذي يصدأ عند تعرضه للهواء الجوي -- وبعضها شديد النشاط مثل السكانديوم الذي يحل محل هيدروجين الماء بشدة.**

علل: عنصر السكانديوم يحل محل هيدروجين الماء بسهولة؟؟

لأنه عنصر شديد النشاط الكيميائي $2Sc_{(s)} + 6H_2O_{(l)} \rightarrow 2Sc(OH)_{3(aq)} + 3H_{2(g)}$

- **النحاس رغم ضعف نشاطه إلا أنه يتفاعل مع بعض الأحماض التي تقوم بدور العوامل المؤكسدة القوية مثل حمض النيتريك الذى يؤكسد النحاس إلى أكسيد نحاس يتفاعل مع الحمض.**
- **لها درجة انصهار وغليان مرتفعة** ويعزى ذلك إلى الترابط القوى بين الذرات والذي يتضمن اشتراك إلكترونات 3d، 4s في هذا الترابط.

علل: ارتفاع درجات غليان وانصهار عناصر السلسلة الانتقالية الأولى؟؟

ارتفاع درجة انصهار التيتانيوم أو الفانديوم؟؟ درجة انصهار الحديد 1538°C؟؟

بسبب الترابط القوى بين الذرات بسبب قوة الرابطة الفلزية في هذه العناصر نتيجة اشتراك إلكترونات (3d , 4s) في هذا الترابط

علل: معظم عناصر السلسلة الانتقالية الأولى ذات كثافة عالية؟؟

لأن الحجم الذرى لهذه العناصر ثابت تقريبا وعلى ذلك فالعامل الذي يؤثر في الزيادة التدريجية للكثافة هو زيادة الكتلة الذرية.

علل: تزداد كثافة عناصر السلسلة الانتقالية الأولى بزيادة العدد الذري؟؟

بسبب الزيادة في الكتلة الذرية مع الثبات النسبي في أحجامها الذرية

الخاصية	أعلي عنصر	أقل عنصر
الحجم الذري	السكانديوم	النيكل
الكثافة	النحاس	السكانديوم
درجة الغليان	السكانديوم	المنجنيز
درجة الانصهار	الكروم	النحاس

رابعا: الخواص المغناطيسية

- الخواص المغناطيسية لها فضل كبير في فهم كيمياء العناصر الانتقالية.
- هناك العديد من أنواع الخواص المغناطيسية نستعرض منها.

1 ـ الخاصية البارامغناطيسية: Paramagnetism

هي خاصية انجذاب المادة نحو المجال المغناطيسي الخارجي نتيجة وجود إلكترونات مفردة في أوربيتالاتها

علل: تظهر الخاصية البارامغناطيسية في الأيونات أو الذرات أو الجزيئات التي يكون فيها أوربيتالات تشغلها إلكترونات مفردة؟؟

لأن غزل (دوران) الإلكترون المفرد حول محوره ينشأ عنه مجال مغناطيسي ينجذب مع المجال المغناطيسي الخارجي.

- تتناسب قوى الجذب المغناطيسي في المواد البارامغناطيسية طرديا مع عدد الإلكترونات المفردة.
- معظم مركبات العناصر الانتقالية مواد بارا مغناطيسية.

علل: يمكن تحديد التركيب الإلكتروني للفلز أو أيونه من عزمه المغناطيسي؟؟

لأنه من معرفة العزوم المغناطيسية يمكن تحديد عدد الإلكترونات المفردة في مستوى الطاقة الخارجي والتركيب الإلكتروني للفلز أو أيونه.

العزم المغناطيسي: هو خاصية يمكن عن طريق قياسها أو تقديرها للمادة تحديد عدد الالكترونات المفردة ومن ثم تحديد التركيب الإلكتروني لأيون الفلز.

2 -الخاصية الديامغناطيسية: Diamagnetism

هي خاصية تنافر المادة مع المجال المغناطيسي نتيجة لوجود جميع إلكتروناتها في حالة ازدواج.

أي المواد الآتية ديامغناطيسية وأيها بارامغناطيسية؟
ذرة الخارصين$Zn\ (d^{10})$ ، أيون النحاس II (d^9)، كلوريد الحديدII (d^6)

الذرة أو الايون	التوزيع الإلكتروني لأوربيتالات d					عدد الإلكترونات المفردة	الخاصية المغناطيسية
Zn	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	صفر	ديامغناطيسية
Cu^{2+}	↑	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	1	بارامغناطيسية
Fe^{2+}	↑	↑	↑	↑	↓↑	4	بارامغناطيسية

رتب الكاتيونات الأتية تصاعديا حسب عزمها المغناطيسي $FeCl_3$، Cr_2O_3 ، TiO_2

الكاتيون	التوزيع الإلكتروني لأوربيتالات d					عدد الإلكترونات المفردة	الترتيب
Fe^{3+}							
Cr^{3+}							
Ti^{4+}							

علل: تعتبر مادة $FeCl_3$ بارامغناطيسية، بينما $ZnCl_2$ ديامغناطيسية؟؟

Zn^{2+} : [Ar] , $3d^{10}$ Fe^{3+} : [Ar] , $3d^6$

$FeCl_3$ مادة بارامغناطيسية، لأن المستوى الفرعي 3d في Fe^{3+} يحتوي علي 5 إلكترونات مفردة، بينما $ZnCl_2$ مادة ديامغناطيسية، لأن المستوى الفرعي 3d في Zn^{2+} تام الامتلاء

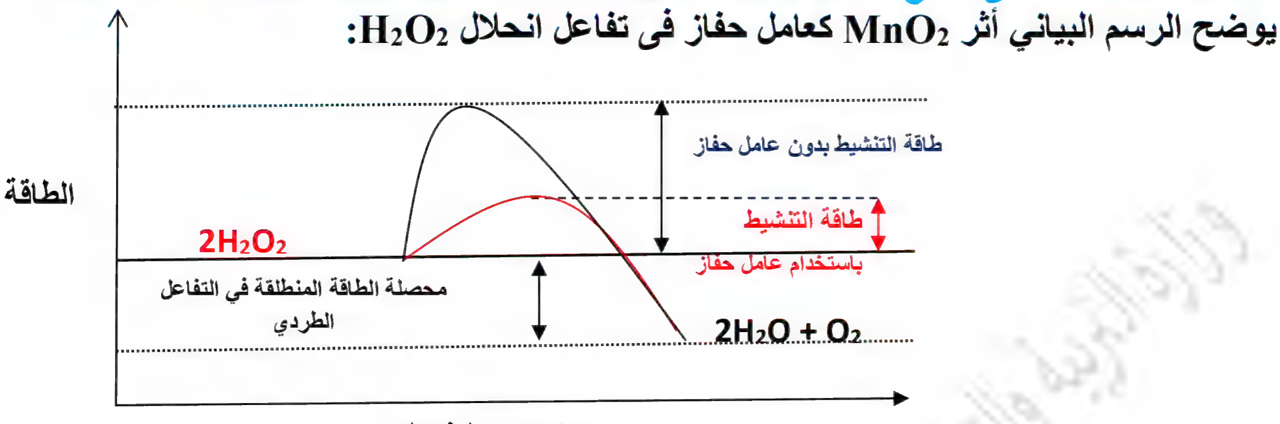
- المادة البارا مغناطيسية عندما توضع بين قطبي مغناطيس فإن وزنها الظاهري **يزداد**
- المادة الدايامغناطيسية عندما توضع بين قطبي مغناطيس فإن وزنها الظاهري **يقل**

خامساً: النشاط الحفزي: Catalytic activity

- علل: الفلزات الانتقالية عوامل حفز مثالية؟؟
- علل: عناصر السلسلة الانتقالية الأولى لها نشاط حفزي؟؟
- علل: عنصر المنجنيز يستخدم كعامل حفز مثالي. أو أي عنصر من السلسلة؟
- علل: عنصر الحديد يستخدم في طريقة هابر – بوش أو طريقة فيشر – تروبش؟

لاستخدام الإلكترونات المفردة في المستويين الفرعيين 3d , 4s في تكوين روابط مع الجزيئات المتفاعلة، مما يؤدى إلى إضعاف الروابط بين ذرات الجزيئات المتفاعلة ويزيد من تركيز المتفاعلات على سطح الحافز وهو ما يقلل من طاقة التنشيط ويزيد من سرعة التفاعل.

يوضح الرسم البياني أثر MnO_2 كعامل حفاز فى تفاعل انحلال H_2O_2:



أهمية العامل الحفاز؟

زيادة معدل التفاعل الكيميائي عن طريق تقليل طاقة تنشيط المتفاعلات.

وضح بالمعادلات استخدام العناصر الانتقالية كعوامل حفازة؟؟

- ✓ **الحديد المجزأ** في تحضير غاز النشادر بطريقة (هابر – بوش):

$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \xrightarrow[Fe]{500\,C^\circ / 200atm} 2NH_{3(g)}$$

- ✓ **خامس اكسيد الفانديوم** كعامل حفاز في تحضير حمض الكبريتيك بطريقة التلامس:

$$2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \xrightarrow[450^\circ C]{V_2O_5} 2SO_{3(g)}$$

$$SO_{3(g)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow H_2SO_{4(aq)}$$

- ✓ **ثاني أكسيد المنجنيز** كعامل حفاز في تفاعل انحلال فوق أكسيد الهيدروجين H_2O_2

$$2H_2O_{2(l)} \xrightarrow{MnO_2} 2H_2O_{(l)} + O_{2(g)}$$

- ✓ **النيكل المجزأ:** يستخدم في عمليات هدرجة الزيوت

سادساً: الأيونات الملونة

معظم مركبات العناصر الانتقالية ومحاليلها المائية ملونة

تفسير اللون في المواد: عند سقوط الضوء المرئي على المادة فإنها تمتص لون معين وتظهر باللون المتمم (المنعكس) له وهو الذي تراه به العين.

- **إذا امتصت المادة جميع ألوان الضوء المرئي (أبيض) تظهر للعين سوداء.**
- **إذا عكست المادة جميع الألوان الساقطة عليها ولم تمتص أياً منها تظهر للعين باللون الأبيض.**
- **إذا لم تمتص ولم تعكس أي لون تكون شفافة غير ملونة**

العلاقة بين ألوان أيونات العناصر الانتقالية وتركيبها الإلكتروني

- اللون في العناصر الانتقالية يرجع إلى الامتلاء الجزئي للمستوى الفرعي (d^{1-9}) أي وجود إلكترونات مفردة في أوربيتالات المستوى الفرعي (d).
- العناصر أو الأيونات التي تتميز باحتوائها على أوربيتالات d فارغة (d^0) أو ممتلئة تماما (d^{10}) غير ملونة
- عندما يتحد اللون مع اللون المتمم له تظهر المادة باللون الأبيض
- اللون المتمم: هو اللون الذي لا تمتصه المادة وتعكسه على العين مسبباً لونها، وهو محصلة الألوان المنعكسة من المادة للعين مسببة لونها.

علل: مركبات الكروم (III) تظهر لونها باللون الأخضر؟؟

لأنها تمتص اللون الأحمر عند سقوط الضوء الأبيض وتظهر باللون المتمم له وهو اللون الأخضر

علل: أيونات Fe^{+2}، Cu^{+2} ملونة، بينما أيونات Zn^{+2}، Cu^{+} غير ملونة؟؟

Cu^{2+} :[$_{18}Ar$],$3d^9$ Fe^{2+} :[$_{18}Ar$],$3d^6$

لأن المستوى الفرعي (3d) في كلا من Fe^{+2}، Cu^{2+} يكون محتوياً على إلكترونات مفردة،

Cu^{+} :[$_{18}Ar$],$3d^{10}$ Zn^{2+} :[$_{18}Ar$],$3d^{10}$

بينما في كلا من Zn^{2+}، Cu^{+} يكون تام الامتلاء.

علل: معظم الفلزات الانتقالية ومركباتها تتجاذب مع المجالات المغناطيسية الخارجية؟؟

لأن حركة الالكترونات المفردة حول محورها في المستوى الفرعي (d) تنتج مجالات مغناطيسية تتجاذب مع المجال المغناطيسي الخارجي.

علل: أيونات Zn^{+2}، Sc^{+3} غير ملونة؟؟

Zn^{2+} :[$_{18}Ar$],$3d^{10}$ Sc^{3+} :[$_{18}Ar$],$4s^0$, $3d^0$

لأن المستوى الفرعي (3d) يكون فارغاً في حالة Sc^{3+} وتام الامتلاء في حالة Zn^{2+} وبالتالي لا تتواجد إلكترونات مفردة في الحالتين.

❖ جميع عناصر المجموعة الثامنة ملونة وبارامغناطيسية

الجدول التالى يوضح ألوان أيونات بعض العناصر الانتقالية في محاليلها المائية (للاطلاع فقط)

عدد الإلكترونات (3d) فى الأيون	اللون	عدد الإلكترونات (3d) فى الأيون	اللون
($3d^0$) $Sc^{3+}_{(aq)}$	عديم اللون	($3d^5$) $Fe^{3+}_{(aq)}$	أصفر
($3d^1$) $Ti^{3+}_{(aq)}$	بنفسجي محمر	($3d^6$) $Fe^{2+}_{(aq)}$	أخضر
($3d^2$) $V^{3+}_{(aq)}$	أزرق	($3d^7$) $Co^{2+}_{(aq)}$	أحمر
($3d^3$) $Cr^{3+}_{(aq)}$	أخضر	($3d^8$) $Ni^{2+}_{(aq)}$	أخضر
($3d^4$) $Mn^{3+}_{(aq)}$	بنفسجي	($3d^9$) $Cu^{2+}_{(aq)}$	أزرق
($3d^5$) $Mn^{2+}_{(aq)}$	أحمر (وردى)	($3d^{10}$) $Zn^{2+}_{(aq)}$ $Cu^{+}_{(aq)}$	عديم اللون

4- استخلاص الحديد

- يحتل الحديد المرتبة الرابعة من حيث الانتشار فى القشرة الارضية (بعد الاكسجين والسيليكون والألومنيوم)
- يمثل 5.1% من وزن القشرة الأرضية وتزداد كميته كلما اقتربنا من باطن الأرض
- لا يتواجد بصورة حرة إلا فى النيازك (90%)

يوجد الحديد فى القشرة الأرضية على هيئة خامات طبيعية تحتوى على معظم أكاسيد الحديد مختلطة بشوائب

تتوقف صلاحية الخام لاستخلاص الحديد منه على ثلاثة شروط:

(أ) نسبة الحديد فى الخام. (ب) تركيب الشوائب الموجودة فى الخام.

(ج) نوعيـــة العناصر الضارة المختلطة بالخام (S/P/As).

أهم خامات الحديد فى مصر :

الخام	الصيغة الكيميائية	الاسم الكيميائى	الخواص	نسبة الحديد فى الخام	أماكن وجوده فى مصر
الهيماتيت (الأكسيد الأحمر)	Fe_2O_3	أكسيد الحديد III	لونه أحمر داكن ــ سهل الاختزال	50 – 60%	الواحات البحرية- الجزء الغربى لمدينة أسوان
الليمونيت (الأكسيد المتهدرت)	$2Fe_2O_3 .3H_2O$	أكسيد الحديد III المتهدرت	أصفر اللون – سهل الاختزال	20 – 60%	الواحات البحرية
الماجنيتيت (الأكسيد الأسود)	Fe_3O_4	أكسيد الحديد المغناطيسى	أسود اللون – له خواص مغناطيسيه	45 – 70%	الصحراء الشرقية
السيدريت	$FeCO_3$	كربونات الحديد II	لونه رمادى مصفر – سهل الاختزال	30 – 42 %	

استخلاص الحديد من خاماته (التعدين):

هى عملية الحصول على الحديد من خاماته فى صورة يمكن استخدامه بعدها عمليًا. وتتم هذه العملية على ثلاث مراحل هي:

1- تجهيز الخام	2- اختزال الخام	3- انتاج الحديد
أ) تحسين الخواص الفيزيائية: 1- التكسير 2- التلبيد 3- التركيز ب) تحسين الخواص الكيميائية: 4- التحميص	أ) الفرن العالى باستخدام CO الناتج من فحم الكوك ب) فرن مدركس باستخدام خليط من CO, H_2 الناتج من الغاز الطبيعى	انتاج الصلب بواسطة أحد الأفران التالية: 1- المحول الأكسجينى 2- الفرن المفتوح 3- الفرن الكهربى

أولا : تجهيز الخام

الهدف من تجهيز الخام:

1-تحسين الخواص الفيزيائية والميكانيكية للخام (عن طريق عمليات: التكسير – التلبيد – التركيز)

2 –تحسين الخواص الكيميائية للخام (عن طريق عملية التحميص)

1- تحسين الخواص الفيزيائية والميكانيكية

1- عملية التكسير: بهدف الحصول على الحجم المناسب (قطع أصغر) لعملية الاختزال

2- عملية التلبيد: هى تجميع حبيبات الخام الناعم فى أحجام أكبر تكون متماثلة ومتجانسة

س: ما هو مصدر الحبيبات الناعمة؟

عملية التكسير والطحن وعملية تنظيف غازات الأفران العالية بعد الاختزال.

3- عملية التركيز: عملية تجرى بهدف زيادة نسبة الحديد فى الخام وذلك بفصل الشوائب والمواد الغير مرغوب فيها المختلطة بالخام أو المتحدة معه كيميائيا وتتم عن طريق:

(أ) الفصل المغناطيسى أو الكهربى. (ب) خاصية التوتر السطحى.

2- تحسين الخواص الكيميائية

التحميص تسخين الخام بشدة فى الهواء وذلك لسببين :

1)- تجفيف الخام والتخلص من الرطوبه ورفع نسبة الحديد فى الخام

$$2FeCO_{3(s)} \xrightarrow{\Delta} 2FeO_{(s)} + 2CO_{2(g)}$$

48.5% حديد

$$2FeO_{(s)} + 1/2\, O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} Fe_2O_{3(s)}$$

69.6 % حديد

$$2Fe_2O_3 .\, 3H_2O_{(s)} \xrightarrow{\Delta} 2Fe_2O_{3(s)} + 3H_2O_{(v)}$$

40 % حديد 69.6% حديد

(2) أكسدة بعض الشوائب مثل الكبريت والفوسفور

$$S_{(s)} + O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} SO_{2(g)}$$
$$4P_{(s)} + 5O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} 2P_2O_{5\,(g)}$$

ثانيا : إختزال خامات الحديد

عملية تحويل أكاسيد الحديد الى حديد باستخدام مادة مختزلة. ويتم ذلك بإحدى طريقتين حسب نوع العامل المختزل إما فى الفرن العالى أو فى فرن مدركس:

وجه المقارنة	(أ) الفرن العالى ((اللافح))	(ب) فرن مدركس
العامل المختزل	أول اكسيد الكربون CO	الغاز المائى (خليط من غازى $CO + H_2$)
مصدر العامل المختزل	فحم الكوك	الغاز الطبيعى لاحظ: (نسبة غاز الميثان CH_4 في الغاز الطبيعى 93%)
معادلة الحصول على العامل المختزل	$C_{(s)} + O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} CO_{2(g)}$ $CO_{2(g)} + C_{(s)} \xrightarrow{\Delta} 2CO_{(g)}$	$2CH_{4(g)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(v)} \xrightarrow{\Delta} 3CO_{(g)} + 5H_{2(g)}$
معادلة الاختزال الحصول على الحديد	$F_2O_{3(S)} + 3CO_{(g)} \xrightarrow{\text{Above 700}} 2Fe_{(s)} + 3CO_{2(g)}$	$2F_2O_{3(S)} + 3CO_{(g)} + 3H_{2(g)} \xrightarrow{\text{Above 700}} 4Fe_{(s)} + 3CO_{2(g)} + 3H_2O_{(v)}$

أكمل الجدول موضحا العامل المؤكسد والعامل المختزل فى الفرن العالى:

الخطوات	العامل المؤكسد	العامل المختزل
الأولى		
الثانية		
الثالثة		

بعد عملية إختزال الخام فى الفرن العالى أو فى فرن مدركس تأتى المرحلة الأخيرة وهى إنتاج الحديد مثل الحديد الصلب أو الحديد الزهر

ثالثا : انتاج الحديد

تعتمد صناعة الصلب على عمليتين أساسيتين:

1) التخلص من الشوائب المتبقية فى الحديد الناتج من أفران الاختزال
2) إضافة عناصر أخرى الى الحديد لإكساب الصلب الناتج الخواص المطلوبة للأغراض الصناعية

تتم صناعة الصلب باستخدام أحد الأفران الآتية هى:

المحولات الاكسجينية - الفرن المفتوح - الفرن الكهربائى

تدريب

أكمل الجدول التالى بوضع كلمة (تقل / تزداد / تظل ثابتة)

	التكسير	التلبيد	التركيز (التوتر السطحى)	التحميص
كتلة الخام الكلية				
كتلة الشوائب في الخام				
نسبة الحديد في الخام				
نسبة الشوائب في الخام				
نوع العملية (فيزيائية او كيميائية)				

- عند تحميص السيدريت تتغير كثافته ولونه.
- عند تحميص السيدريت تتغير نسبة الحديد ويتغير عدد تأكسد الحديد وعدد الإلكترونات المفردة.
- عند تحميص الليمونيت تتغير نسبة الحديد وتتغير كتلة الخام بمقدار ماء التبلر ويتحول الخام من اللون الأصفر إلى اللون الأحمر. لا يتغير عدد تأكسد الحديد ويظل ثابت عند (+3) .

تدريب ذاتى

1- عدد مولات السدريت اللازمة لإنتاج 1 mol من الحديد فى الفرن العالى = ...

2- عدد مولات الليمونيت اللازمة لإنتاج 0.5 mol من الحديد فى فرن مدركس = ...

3- رتب الخطوات التالية للتعبير عن تسلسل العمليات اللازمة لإنتاج الحديد:

(التوتر السطحى – التلبيد – إضافة بعض العناصر – التحميص – الاختزال)

4- ماذا يحدث عند تحويل الهيماتيت الى حديد صلب؟

(أ) اختزال فقط (ب) اكسدة ثم اختزال (ج) اختزال ثم اكسدة (د) اكسدة فقط

5- وضح برسم بيانى العلاقة بين الكتلة والزمن عند: تحميص عينه من الليمونيت

6- وضح برسم بيانى العلاقة بين الكتلة والزمن عند: تحميص عينة من السيدريت

7- من السيدريت كيف تحصل على هيماتيت (من كربونات الحديد II كيف تحصل على أكسيد الحديد III)

8- من الليمونيت كيف تحصل على هيماتيت (من أكسيد حديد متهدرت كيف تحصل على أكسيد حديد III)

9- ما ناتج تحميص السيدريت؟

10- ما ناتج تسخين السيدريت بمعزل عن الهواء؟

5- السبائك

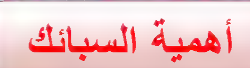
مواد تتكون من فلزين أو أكثر مثل الحديد والكروم ويمكن أن تتكون من فلز وعناصر لافلزية مثل الكربون

تحضير السبائك

1) طريقة الصهر: صهر الفلزات مع بعضها بنسب معينه ثم تُوضع فى قوالب ويترك المصهور ليبرد تدريجيا.

2) طريقة الترسيب الكهربى: طريقة للحصول على سبائك لفلزين او أكثر فى نفس الوقت وذلك بترسيبه كهربيا من محلول يحتوى ايونات الفلزات المترسبة.

مثال: تغطية المقابض الحديدية بالنحاس الأصفر (نحاس + خارصين)



أهمية السبائك

إكساب بعض الفلزات صفات وخواص يتميز بها عن الفلز النقى مثل مقاومة الصدأ والتآكل والصلابة والمتانة.

أنواع السبائك

1- سبيكة بينية

سبائك تحتل فيها ذرات الفلز المضاف المسافات البينية فى الشبكة البللورية لفلز آخر.

تفسير تكوين السبيكة البينية:

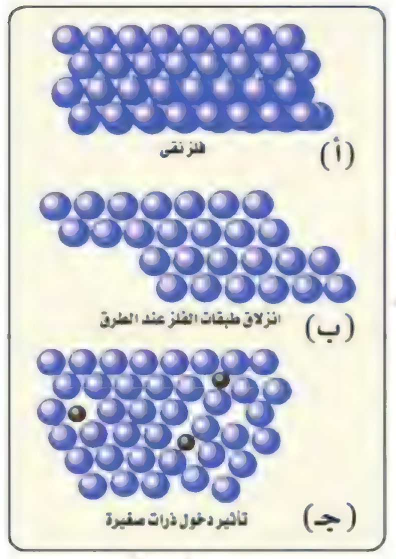
1- أى فلز نقى – كالحديد – يتكون من شبكة بللورية من ذرات الفلز مرصوصة رصا محكما بينها مسافات بينية

2- عند الطرق يمكن ان تتحرك طبقة من ذرات الفلز فوق طبقة أخرى

3- إذا أدخل فلز أخر حجم ذراته أقل من حجم ذرات الفلز النقى فى المسافات البينية للشبكة البللورية للفلز الأصلى فان ذلك يعوق إنزلاق الطبقات وهو ما يزيد من صلابة الفلز

4- تتغير بعض خواصه الفيزيائية مثل قابليته للسحب والطرق ودرجة الانصهار والتوصيل الكهربى والخواص المغناطيسية

مثال: سبيكة الحديد – كربون (الحديد الصلب أو الصلب الكربونى)



2- سبيكة استبدالية

سبائك تستبدل فيها بعض ذرات الفلز الأصلى بذرات فلز أخر له نفس القطر والشكل البللورى والخواص الكيميائية. ومن أمثلتها:

سبيكة الحديد والكروم (الصلب الذى لا يصدأ) – سبيكة الحديد والنيكل – سبيكة الذهب النحاس

3-سبيكة المركبات

تتكون نتيجة اتحاد ذرات العناصر المكونة للسبيكة اتحادًا كيميائيا فتتكون مركبات كيميائية لا تخضع صيغتها الكيميائية لقوانين التكافؤ المعروفة.

خواص سبائك المركبات البينفلزية:

1) مركبات صلبة
2) تتكون من فلزات لاتقع فى مجموعه واحده من الجدول الدورى
3) لا تخضع صيغتها الكيميائيه لقوانين التكافؤ

امثلة: سبيكة الديورالومين: سبيكتى (الألومنيوم - النيكل) و (الألومنيوم – نحاس)
سبيكة الرصاص والذهب (Au_2Pb) - السيمنتيت Fe_3C ((كربيد الحديد))

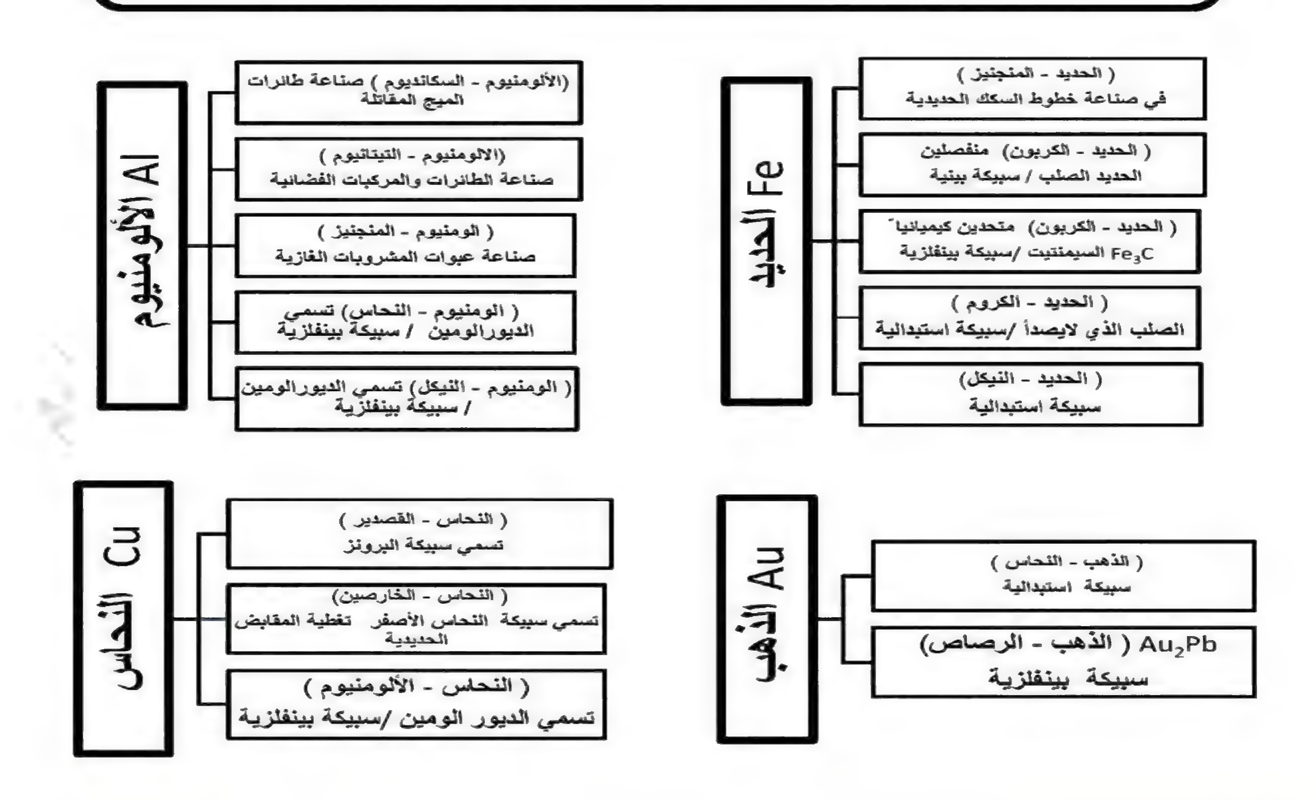
س- سبيكة الحديد والكروم من السبائك الاستبدالية. علل؟؟
لان ذرات الحديد والكروم لها نفس نصف القطر والشكل البللورى والخواص الكيميائية

س- سبيكة السيمنتيت من السبائك البينفلزية؟؟
لأنها تتكون نتيجة اتحاد كيميائى بين الحديد والكربون ولا تخضع عناصرها لقوانين التكافؤ كما ان العناصر المكونة لها لا تقع فى مجموعة واحدة.

تدابل

1- اذكر اسم ونوع السبيكة التى تتكون من عنصرين النسبة بين مكوناتها 3:1
2- اذكر إسم ونوع السبيكة التى تتكون من عنصرين النسبة بين حجومها 1:1
3- أى ازواج العناصر التالية لا يكونا معا سبيكة؟
(أ) Zn , Cu (ب) Fe , Hg (ج) Fe , C (د) Au , Cu
4- ما هو العنصر المشترك بين مقابض الأبواب الصفراء ودلو ماء مجلفن؟

مخطط سبائك بعض العناصر الإنتقالية



6- خواص الحديد وتفاعلاته

1- الخواص الفيزيائيــــة

1- الحديد النقى ليس له أهمية صناعية فهو لين نسبيا وليس شديد الصلابة – يسهل تشكيله – قابل للسحب والطرق - له خواص مغناطيسية

2- ينصهر عند $1538^\circ C$ وكثافته $7.87\ g/Cm^3$

3-تعتمد الخواص الفيزيائية على نقاوته وطبيعة الشوائب به لذا يفضل استخدام الحديد فى صورة سبائك وليس فى صورة نقية.

2- الخواص الكيميائية

تتعدد حالات تأكسد الحديد وأهمها:

❖ (+2) وتدل على خروج إلكترونى المستوى الفرعى 4s

❖ (+3) وتدل على خروج إلكترونى المستوى الفرعى 4s والكترون واحد من 3d وهى تمثل الحالة الأكثر ثباتا وذلك للامتلاء النصفى للمستوى الفرعى 3d

(b) يختلف الحديد عن العناصر التى تسبقه فى السلسلة الانتقالية الأولى علل؟

لا يعطى الحديد حالة تأكسد (+8) والتى تدل على خروج جميع الكترونات 4s, 3d بعكس باقى العناصر التى تسبقه فى السلسلة.

أولًا: تأثير الهواء

يتفاعل الحديد الساخن لدرجة الاحمرار مع الهواء أو الأكسجين لينتج أكسيد حديد مغناطيسى

$$3Fe_{(s)} + 2O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} Fe_3O_{4(s)}$$

ثانيًا: تأثير بخار الماء

يتفاعل الحديد الساخن لدرجة الاحمرار ($500^\circ C$) مع بخار الماء ويعطى أكسيد حديد مغناطيسى ويتصاعد الهيدروجين

$$3Fe_{(s)} + 4H_2O_{(v)} \xrightarrow{500^\circ C} Fe_3O_{4(s)} + 4H_{2(g)}$$

ثالثًا: التفاعل مع اللافلزات

يتفاعل الحديد مع الكلور مكونا كلوريد حديد (III) ومع الكبريت مكونا كبريتيد الحديد (II)

$$Fe_{(s)} + S_{(s)} \xrightarrow{\Delta} FeS_{(s)}$$

$$2Fe_{(s)} + 3Cl_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} 2FeCl_{3(s)}$$

يتكون كلوريد الحديد III ولا يتكون كلوريد حديد II علل؟

لان الكلور عامل مؤكسد قوى يحول الحديد الثنائى إلى حديد ثلاثى.

رابعًا: مع الأحماض

يذوب الحديد فى الأحماض المعدنية المخففة ليعطى أملاح الحديد (II) وهيدروجين ولا يعطى أملاح الحديد (III) علل؟ لأن الهيدروجين الناتج يختزلها الى أملاح حديد II

1- مع حمض الهيدروكلوريك المخفف

يعطى كلوريد حديد (II) وهيدروجين

$$Fe_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \xrightarrow{dil} FeCl_{2(aq)} + H_{2(g)}$$

2-مع حمض الكبريتيك المخفف

$$Fe_{(s)} + H_2SO_{4(aq)} \xrightarrow{dil} FeSO_{4(aq)} + H_{2(g)}$$

3- مع حمض الكبريتيك المركز

لا يؤثر الحمض إلا بعد التسخين ويتكون كبريتات حديد (II) وكبريتات حديد (III) وثانى أكسيد كبريت وماء

$$3Fe_{(s)} + 8H_2SO_{4(l)} \xrightarrow{Conc. / \Delta} FeSO_{4(aq)} + Fe_2(SO_4)_{3(aq)} + 4SO_{2(g)} + 8H_2O_{(v)}$$

4- مع حمض النيتريك المركز

لا يتفاعل الحديد وذلك بسبب ظاهرة الخمول الكيميائى للحديد علل؟

نتيجة تكون طبقة رقيقة من الأكسيد على سطحه تمنع استمرار التفاعل. ويمكن إزالة هذه الطبقة بالحك أو إذابتها فى حمض هيدروكلوريك مخفف.

ملاحظات:

فى حالة وجود عامل مؤكسد مع أملاح الحديد II يتكون ملح الحديد III

تدريب ذاتى

1- يتفاعل الحديد مع الكبريت ويكون مركب (X) وأحيانا يكون مركب (Y) فى ظروف أخرى . ايا مما يأتى يعبر عن X, Y؟

(أ) $X = FeS, Y = FeS_2$

(ب) $X = FeS, Y = Fe_2S_3$

(ج) $X = FeS_2, Y = Fe_2S_3$

(د) $X = Fe_2S_3, Y = FeS_2$

2- أى التفاعلات التالية تتم فى درجة حرارة الغرفة؟

(أ) الحديد مع بخار الماء.

(ب) الحديد مع بخار الماء والاكسجين (عملية الصدأ).

(ج) الحديد مع الكلور.

(د) الحديد مع حمض الكبريتيك المركز.

3- غُمرت قطعة من الحديد فى حمض (X) لمدة يومين ثم تم نقلها إلى إناء به حمض HCl مخفف لُوحظ عدم حدوث تفاعل. ما الحمض (X) وماذا تتوقع ان يحدث بعد فترة.

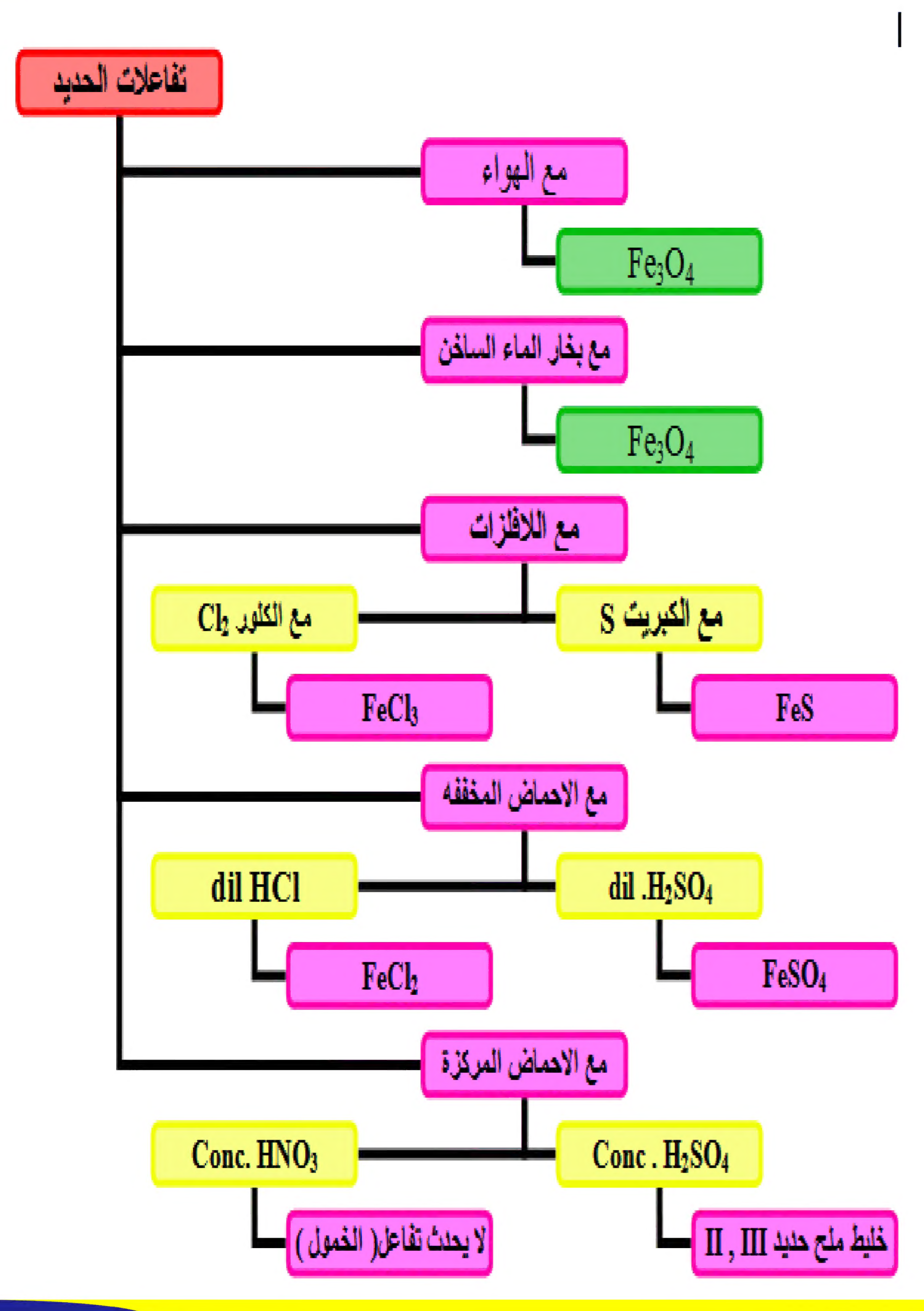
4- لديك سبيكة من الحديد والنحاس كيف تحصل منها على الحديد؟

5- لديك سبيكة من الحديد والنحاس كيف تحصل منها على النحاس؟

6- لديك سبيكتان للحديد مع الخارصين والنحاس مع الخارصين كيف تميز بينهما بطريقتين؟

4- كيف تميز بين سبيكة الحديد الصلب والسيمنتيت؟

7- قارن بين سبيكة الحديد الصلب والسيمنتيت؟


تفاعلات الحديد
مع الهواء
Fe_3O_4
مع بخار الماء الساخن
Fe_3O_4
مع اللافلزات
مع الكبريت S
مع الكلور Cl_2
FeS
$FeCl_3$
مع الاحماض المخففه
dil .H_2SO_4
dil HCl
$FeSO_4$
$FeCl_2$
مع الاحماض المركزة
Conc . H_2SO_4
Conc. HNO_3
خليط ملح حديد II , III
لا يحدث تفاعل(الخمول)

7- أكاسيد الحـــــديد

1- أكسيد الحديد II FeO

تحضيره:

1- تسخين أوكسالات الحديد (II) بمعزل عن الهواء

$$\begin{matrix} COO \\ | \\ COO \end{matrix} > Fe_{(s)} \xrightarrow[\text{بمعزل عن الهواء}]{\Delta} FeO_{(s)} + CO_{(g)} + CO_{2(g)}$$

2- اختزال الأكاسيد الأعلى (بالهيدروجين أو أول أكسيد الكربون في درجة 400 – 700°C):

$$Fe_2O_{3(s)} + H_{2(g)} \xrightarrow{400\text{-}700^\circ C} 2FeO_{(s)} + H_2O_{(v)}$$

$$Fe_3O_{4(s)} + H_{2(g)} \xrightarrow{400\text{-}700^\circ C} 3FeO_{(s)} + H_2O_{(v)}$$

خواصـــــه: 1- مسحوق أسود لا يذوب فى الماء

2- يتأكسد بسهولة فى الهواء الساخن

$$4FeO_{(s)} + O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} 2Fe_2O_{3(s)}$$

3- يتفاعل مع الأحماض المعدنية المخففة منتجًا أملاح الحديد (II) وماء

$$FeO_{(s)} + H_2SO_{4(aq)} \xrightarrow{dil.} FeSO_{4(aq)} + H_2O_{(l)}$$

2- أكسيد الحديد III Fe_2O_3

تحضيره:

1- بإضافة محلول قلوى لأحد أملاح الحديد (III) فيترسب هيدروكسيد حديد (III) (بنى محمر) الذى يتحول بالتسخين (أعلى من 200°C) الى أكسيد الحديد (III)

$$FeCl_{3(aq)} + 3NH_4OH_{(aq)} \longrightarrow Fe(OH)_{3(s)} + 3NH_4Cl_{(aq)}$$

$$2Fe(OH)_{3(s)} \xrightarrow{\text{above } 200^\circ C} Fe_2O_{3(s)} + 3H_2O_{(v)}$$

2- عند تسخين كبريتات الحديد (II) ينتج أكسيد الحديد (III)

$$2FeSO_{4(s)} \xrightarrow{\Delta} Fe_2O_{3(s)} + SO_{2(g)} + SO_{3(g)}$$

وجـــوده: يوجد فى الطبيعة فى خام الهيماتيت

خواصـــــه: 1- لا يذوب فى الماء

2- يستخدم كلون أحمر فى الدهانات

3- يتفاعل مع الأحماض المعدنية المركزة الساخنة معطيا أملاح الحديد (III) والماء

$$Fe_2O_{3(s)} + 3H_2SO_{4(aq)} \xrightarrow[Conc]{\Delta} Fe_2(SO_4)_{3(aq)} + 3H_2O_{(l)}$$

س: من الحديد كيف تحصل على اكسيد الحديد III بخمس طرق مختلفة؟

س: من هيدروكسيد حديد II كيف تحصل على هيدروكسيد حديد III والعكس؟

-3 أكسيد الحديد المغناطيسي Fe_3O_4

تحضيره:

1– من الحديد المسخن لدرجة الاحمرار بفعل الهواء أو بخار الماء

2– باختزال أكسيد الحديد (III)

$$3Fe_2O_{3(s)} + CO_{(g)} \xrightarrow{230-300} 2Fe_3O_{4(s)} + CO_{2(g)}$$

وجـوده: يوجد فى الطبيعة ويعرف بالماجنيتيت وهو خليط من أكاسيد الحديد (II) و(III)

خواصـــه:

1- مغناطيس قوى

2- يتفاعل مع الاحماض المركزة الساخنة معطيا أملاح حديد (II) وأملاح حديد (III)

مما يدل على أنه أكسيد مركب

$$Fe_3O_{4(s)} + 4H_2SO_{4(l)} \xrightarrow[Conc.]{\Delta} FeSO_{4(aq)} + Fe_2(SO_4)_{3(aq)} + 4H_2O_{(l)}$$

3- يتأكسد إلى أكسيد حديد (III) عند تسخينه فى الهواء:

$$2Fe_3O_{4(s)} + {}^1/_2O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} Fe_2O_{3(s)}$$

علل

1- عند تسخين كبريتات الحديد II يتكون أكسيد حديد III وليس أكسيد حديد II؟

لأن SO_3 عامل مؤكسد (جزء منه يبقى كما هو (SO_3) وجزء منه يحدث له اختزال إلى SO_2) ويؤكسد أكسيد الحديد II إلى أكسيد حديد III من خلال تفاعل أكسدة اختزال ذاتى.

2- تسخين أوكسالات الحديد II بمعزل عن الهواء يعطى أكسيد حديد II وليس أكسيد حديد III؟

لوجود CO فى وسط التفاعل وهو عامل مختزل يحول أكسيد الحديد III إلى أكسيد حديد II. كما ان التسخين يتم بمعزل عن الهواء فلا وجود للأكسجين الذى يقوم بدور العامل المؤكسد.

ملحوظة هامة: الجدول التالى للمقارنة بين الحديد وأكاسيده

	Fe	FeO	Fe_2O_3	Fe_3O_4
H_2SO_4 مخفف	يتفاعل	يتفاعل	لا يتفاعل	لا يتفاعل
H_2SO_4 مركز	يتفاعل	يتفاعل	يتفاعل	يتفاعل
الأكسدة	يقبل الأكسدة ويسود	يقبل الأكسدة ويحمر	لا يقبل الأكسدة	يقبل الأكسدة ويحمر

تدريبات

1- كيف تميز بين حمض كبريتيك مخفف – حمض كبريتيك مركز – حمض نيتريك مركز

2- كيف تميز بين أكسيد حديد II وأكسيد حديد III

3- من خلال تفاعل انحلال حرارى كيف تحصل على ثلاث أكاسيد؟ (بطريقتين)

4- كيف يمكنك الحصول على SO_3 , SO_2 فى معادلة واحدة ومرة أخرى كل منهما فى معادلة على حدى؟

5- المركب النهائي الناتج من تفاعل الحديد مع الكلور ثم اضافة محلول قلوى للناتج والتسخين؟

6- وضح بمعادلة كيميائية موزونة تفاعل الماجنيتيت مع حمض HCl مركز؟

7- وضح برسم بيانى التغير الحادث فى كتلة هيدروكسيد الحديد III والزمن عند التسخين

8- وضح برسم بيانى العلاقة بين كتلة قطعة من الحديد اثناء تسخينها والزمن

9- وضح برسم بيانى العلاقة بين كتلة أوكسالات الحديد II والزمن عند تسخينها مرة بمعزل عن الهواء – ومرة أخرى اثناء تسخينها فى الهواء.

11- اوجد عدد مولات الحديد والأكسجين اللازمة لإنتاج 2 mol من كبريتات الحديد III

12- يمكن تحضير خليط من كلوريد الحديد III ,II بالطرق العادية ماعدا:

(أ) إمرار بخار ماء على حديد مسخن لدرجة الاحمرار ثم إضافة حمض HCl مركز

(ب) إمرار غاز الكلور على الحديد المسخن لدرجة الاحمرار

(ج) تسخين $FeSO_4$ ومعالجة المادة الصلبة بواسطة CO عند 270°C ثم إضافة HCl مركز

(د) تسخين خليط من هيدروكسيد حديد III ,II مع حمض HCl مركز